

PROSIDING



Seminar Nasional *Teknik Mesin* 9



“Meningkatkan Penelitian dan
Inovasi di Bidang Teknik
Mesin Dalam Menyongsong
AFTA 2015 ”

Kamis, 14 Agustus 2014
Kampus Universitas Kristen Petra
Surabaya

Editor :
Fandi D. Suprianto
Oegik Soegihardjo
Joni Dewanto
Gan Shu San
Sutrisno

Penerbit:
Program Studi Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Kristen Petra
Jl. Siwalankerto 121 - 131, Surabaya 60236

Didukung oleh :



PROSIDING SEMINAR NASIONAL TEKNIK MESIN 9

“Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di bidang Teknik Mesin

Dalam menyongsong AFTA 2015”

Hak Cipta @ 2014 oleh SNTM 9

Program Studi Teknik Mesin

Universitas Kristen Petra

Dilarang mereproduksi, mendistribusikan bagian dari publikasi ini dalam segala bentuk maupun media tanpa seijin Program Studi Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

Dipublikasikan dan didistribusikan oleh:

Program Studi Teknik Mesin

Universitas Kristen Petra,

Jl. Siwalankerto 121-131

Surabaya, 60236

INDONESIA

ISBN: 978-979-25-4418-3

TIM PENGARAH (REVIEWER):

1. **Prof. Dr. Djatmiko Ichsani, M.Eng.**
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
2. **Prof. Dr. Ir. Djoko Suharto, M.Sc.**
(Institut Teknologi Bandung)
3. **Prof. Dr. Ir. Eddy Sumarno Siradj, M.Sc.**
(Universitas Indonesia)
4. **Prof. Ir. I.N.G. Wardhana, M.Eng., M.Sc.**
(Universitas Brawijaya)
5. **Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., PhD.**
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
6. **Prof. Dr. Kuncoro Diharjo, S.T., M.T.**
(Universitas Negeri Sebelas Maret)
7. **Prof. Dr.-Ing. Ir. Mulyadi Bur**
(Universitas Andalas)
8. **Prof. Dr. Ir. I Wajan Berata, DEA.**
(Institut Teknologi Sepuluh Nopember)
9. **Prof. Dr. Ir. Yatna Yuwana Martawirya**
(Institut Teknologi Bandung)
10. **Dr. Ir. M. Harly, M.T.**
(VEDC Malang)
11. **Ir. Purnomo, M.Sc., PhD.**
(Universitas Gadjah Mada)
12. **Dr.-Ing. Suwandi Sugondo, Dipl.-Ing.**
(Universitas Kristen Petra / PT. Agrindo, Tbk.)

PANITIA PELAKSANA

Ketua	: Dr. Willyanto Anggono S.T., MSc.
Sekretaris	: Ian Hardianto Siahaan, S.T., M.T.
Bendahara	: Dr. Ir. Ekadewi A Handoyo, M.Sc.
Pubdok	: Teng Sutrisno, S.T., M.T.
Acara	: Ir. Joni Dewanto, M.S.
Perlengkapan	: Ir. Philip Kristanto Roche Alimin, S.T., M.Eng.
Konsumsi	: Ir. Ninuk Jonoadji, M.T., M.M.
Editor	: Fandi D Suprianto, S.T., M.Sc. Dra. Gan Shu San, M.Sc. Ir. Joni Dewanto, M.S. Ir. Oegik Soegihardjo, M.Sc., MA. Teng Sutrisno, S.T., M.T.
Sponsorship	: Dr. Juliana Anggono, S.T., M.Sc.

SAMBUTAN KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Presiden terpilih Bapak Jokowi pada masa kampanye merencanakan untuk menempatkan pengelolaan Perguruan Tinggi yang saat ini dalam naungan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan ke dalam naungan Kementerian Riset dan Teknologi atau KEMENRISTEK. Perguruan Tinggi di Indonesia diharapkan mengambil peranan penting untuk lebih banyak lagi melaksanakan riset atau penelitian dengan melibatkan mahasiswa untuk membantu produktifitas industri bahan makanan dan potensi lain yang bisa dikembangkan dari setiap daerah di Indonesia. Bahkan, ditegaskan oleh salah satu tim sukses Jokowi, Jenderal (Purn) Luhut Binsar Panjaitan, bahwa riset-riset dapat dimaksimalkan untuk meningkatkan daya saing produk-produk Indonesia baik itu di sektor industri dan lainnya, sehingga Indonesia bisa memenangkan pasar Masyarakat Ekonomi ASEAN 2015 dan pasar global kedepannya."Sehingga kita memiliki *research university* yang bagus untuk melakukan penelitian dalam berbagai bidang. Sehingga kita tidak menjadi market dari negara-negara lain".

Mencermati hal di atas, maka dalam Seminar Nasional Teknik Mesin ke-9 ini kami mengambil thema "Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di Bidang Teknik Mesin dalam Menyongsong AFTA 2015". Kami berharap SNTM menjadi wadah diskusi terkait penelitian dalam bidang teknik mesin di antara praktisi dan akademisi, sehingga memperluas wawasan semua yang hadir dan menghasilkan pemikiran maupun inovasi untuk meningkatkan mutu penelitian kita. Lebih lagi, melalui diskusi selama SNTM dapat dihasilkan penelitian-penelitian yang mendukung upaya untuk meningkatkan daya saing produk kita terhadap produk dari negara lain.

Seminar Nasional Teknik Mesin telah diselenggarakan delapan tahun berturut-turut. Kami bersyukur rekan-rekan peneliti tetap memberi kami kepercayaan dengan ikut berpartisipasi dalam seminar yang ke-9. Semoga kiranya SNTM membawa manfaat, semangat dan sukacita kita semua dalam meneliti. Kami pun berterima kasih kepada rekan-rekan Panitia yang telah berjerih lelah mempersiapkan segala sesuatu sehingga SNTM 9 ini dapat terselenggara dengan baik.

Selamat berdiskusi, selamat berseminar. Tuhan memberkati.

Surabaya, 11 Agustus 2014

Kaprodi Teknik Mesin

Dr. Ir. Ekadewi A. Handoyo, M.Sc.

SAMBUTAN KETUA PANITIA

Pertama-tama mari kita panjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya Seminar Nasional Teknik Mesin 9 (SNTM 9) tahun 2014 yang merupakan seminar tahunan yang diadakan oleh Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra dapat diselenggarakan dengan baik.

Dalam kesempatan ini, kami selaku panitia penyelenggara ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh peserta seminar yang telah bersedia untuk menyerahkan makalah mereka dalam seminar nasional ini. Semoga makalah-makalah yang dikirimkan pada seminar hari ini dapat memberikan dampak positif dalam perkembangan teknologi nasional serta terus menginspirasi kita semua untuk terus berkarya. Kami juga menyampaikan terima kasih kepada seluruh *reviewer*, *keynote speaker*, panitia serta seluruh pihak yang telah mendukung acara ini sehingga acara Seminar Nasional Teknik Mesin 9 ini dapat berjalan dengan lancar.

Seminar Nasional Teknik Mesin 9 (SNTM 9) tahun ini mengambil tema “Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di bidang Teknik Mesin Dalam Menyongsong AFTA 2015”. Maksud dari Seminar Nasional Teknik Mesin 9 ini adalah untuk mempersiapkan Indonesia dalam memasuki AFTA (Asian Free Trade Area) 2015 serta untuk menumbuhkan kontribusi para peneliti/ professional dalam mendukung pertumbuhan industri nasional, khususnya di bidang teknik mesin.

Pada Seminar Nasional Teknik Mesin 9 ini, panitia seminar menerima sebanyak 73 makalah dari peneliti/ professional dan setelah melalui evaluasi oleh para *reviewer* dan panitia seminar, sebanyak 53 makalah seminar yang akhirnya dapat masuk kedalam prosiding seminar nasional.

Akhir kata, kami selaku panitia penyelenggara seminar mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila terdapat kesalahan maupun kekurangan yang terdapat baik pada seminar ini.

Salam sejahtera dan semoga Tuhan Yang Maha Esa terus memberkati kita semua.

Surabaya, 14 Agustus 2014

Ketua Panitia SNTM 9

Dr. Willyanto Anggono, ST, MSc.

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Teknik Mesin (SNTM) merupakan even tahunan yang diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin Universitas Kristen Petra. Output dari seminar ini diharapkan dapat memberikan dampak secara nasional, sehingga topik aktual dan terkini selalu diangkat menjadi tema utama seminar. SNTM yang ke 9 ini mengusung tema **“Meningkatkan Penelitian dan Inovasi di bidang Teknik Mesin Dalam menyongsong AFTA 2015”**.

Kualitas penelitian yang baik dalam bidang Teknik Mesin sangat berperan dalam mendukung pertumbuhan industri nasional. Melalui Seminar Nasional Teknik Mesin 9 ini, karya-karya penelitian yang terpilih diharapkan dapat memberikan solusi bidang teknik mesin secara efektif, hemat energi, dan ramah lingkungan sehingga mampu meningkatkan kesiapan industri nasional untuk menghadapi persaingan akibat skema *‘free flow of goods’* yang akan diterapkan di ASEAN.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa sebab hanya oleh karena anugerahNya maka SNTM dapat terselenggara secara rutin dan bahkan jumlah makalah dan peserta pada SNTM 9 ini mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa forum diskusi antar akademisi dan profesional semakin diminati. Ruang lingkup makalah dikelompokkan menjadi empat bidang, yaitu Konversi Energi, Rekayasa Mekanik & material, Manufaktur, dan Otomotif, sedangkan kualitas makalah dijaga dengan baik melalui proses review yang ketat. Setiap abstrak yang masuk telah direview dan direkomendasi oleh tiga orang reviewer yang sangat berkompeten di bidangnya.

Akhir kata kami ucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku Prosiding SNTM 9 ini. Terlepas dari segala kekurangan yang ada, kiranya segenap upaya yang telah dilakukan dapat bermanfaat bagi kemajuan dan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi di Indonesia, serta menjadi pendorong untuk menghasilkan karya-karya penelitian lanjutan yang semakin baik.

Surabaya, Agustus 2014

Tim Editor

DAFTAR ISI

	Halaman
SUSUNAN REVIEW	ii
SUSUNAN PANITIA.....	iii
SAMBUTAN KETUA JURUSAN.....	iv
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii

DESAIN

1. STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERUBAHAN DESAIN FLYWHEEL TERHADAP WAKTU PENGOSONGAN ENERGI KINETIK <i>H. Laksana Guntur¹⁾, W. Hendrowati²⁾</i>	D1-D6
2. STUDI EKSPERIMEN KARAKTERISTIK PUTARAN SINGLE DAN TRIPLE PENDULUM PADA SIMULATOR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT-SISTEM PENDULUM <i>H. Laksana Guntur¹⁾, W. Hendrowati²⁾, Mukhtasor³⁾, R.W.Prastianto⁴⁾, I.S. Arif⁵⁾, H. Setiyawan⁶⁾</i>	D7-D10
3. RANCANG BANGUN ALTERNATIF <i>AIR TO HYDRAULIC PRESSURE BOOSTER (INTENSIFIER)</i> PADA SISTEM HIDROLIK PENGGERAK <i>LIFTING TABLE</i> <i>Iwan Agustiawan¹⁾, Mansur Ependi²⁾, Usep Ali Albayumi³⁾</i>	D11-D14
4. ANALISA KOMPONEN KRITIS PADA DESAIN <i>AUTOMATIC GUIDED VEHICLES (AGV) SUBSYSTEM LIFTING</i> DENGAN PEMBEBANAN STATIS MENGGUNAKAN SOFTWARE ABAQUS 6.11 <i>Joko Setia Pribadi¹⁾, Fauzun²⁾, Muslim Mahardika³⁾</i>	D15-D20
5. KAJIAN AWAL PENGARUH CRUSH INITIATORS TERHADAP PENYERAPAN ENERGI DAN GAYA TUMBUKAN PUNCAK PADA TABUNG BUJUR SANGKAR BERDINDING TIPIIS <i>J. Istiyanto¹⁾, S. Hakim¹⁾, D.A. Sumarsono¹⁾, G. Kiswanto¹⁾, A.S. Baskoro¹⁾, S. Supriadi¹⁾</i>	D21-D26
6. APLIKASI PENGGUNAAN METODE <i>MOIRE PATTERN</i> UNTUK MENGETAHUI KARAKTERISTIK SEBARAN NILAI <i>STRESS-DISPLACEMENT</i> PADA MATERIAL BAJA AISI 304 BERBASIS <i>IMAGE PROCESSING</i> <i>Mohammad Khoirul Effendi¹⁾, Agus Sigit Pramono²⁾, Ari Surya Yulianto³⁾, Hanif Pribadi⁴⁾</i>	D27-D32
7. FLUIDSIM PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER MODULE UNTUK RANCANGAN MESIN PRESS HIDROLIK BOTOL PLASTIK <i>Ninuk Jonoadji, Ian Hardianto Siahaan</i>	D33-D38
8. PENGEMBANGAN DESAIN SEPEDA UNTUK PASIEN PASCA STROKE <i>Tri Andi Setiawan, I Made Londen Batan</i>	D39-D42
9. OPTIMASI JUMLAH <i>COMPARTMENT</i> TANGKI TRUK BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN MENGGUNAKAN <i>FINITE ELEMENT APPLICATION</i>	

Willyanto Anggono¹⁾, Adi Sanjaya²⁾, Fandi Dwiputra Suprianto³⁾, Tubagus Putra Wijaya⁴⁾ D43-D46

10. APLIKASI SUSTAINABLE PRODUCT DEVELOPMENT DALAM OPTIMASI JUMLAH BAUT PADA SAMBUNGAN RESERVOIR TEKAN PIPA HYDRANT DENGAN MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT APPLICATION
Willyanto Anggono¹⁾, Ninuk Jonoadji²⁾, Ricky Subiyanto³⁾, Michael Surya Chandra Tanoto⁴⁾ D47-D50
11. ANALISA TEGANGAN PADA DESAIN *FRAME AUTOMATIC GUIDED VEHICLES* (AGV) DENGAN PEMBEBANAN STATIS MENGGUNAKAN *SOFTWARE ABAQUS 6.11*
Zainal Abadi¹⁾, Fauzun²⁾, Muslim Mahardika³⁾ D51-D54
12. ANALISA GETARAN PEMASANGAN SABUK DALAM-DALAM PADA POROS POMPA SENTRIFUGAL TEBAL 4,5 MM LEBAR 98 MM
Erwen Martianis D55-D60
13. SIMULASI STRUKTUR DAN PEMBUATAN MESIN TEKAN *RIVET* DENGAN SISTEM HIDROLIK YANG DIKONTROL DENGAN *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)*
Taufiq Hidayat¹⁾, Beni Tri Sasongko²⁾, Muslim Mahardika³⁾ D61-D66
14. DESAIN MODEL 3D MASSIVELY PARALLEL ROBOTS (3D-MPRs) BERBASIS KONTROL NEURO-FUZZY (NF)
Roche Alimin¹⁾, Hans Natalius¹⁾, Felix Pasila²⁾ D67-D70
15. SISTEM KENDALI *FUZZY LOGIC* PADA TRI-STAR *WHEELCHAIR*
Rafiuddin Syam, Wahyu H. Piarah dan Alfian Djafar D71-D74
16. APLIKASI KENDALI *FUZZY LOGIC* UNTUK MODEL *EXCAVATOR* PNEUMATIK
Rafiuddin Syam¹⁾, Irdam²⁾ dan Wahyu H. Piarah¹⁾ D75-D78

KONVERSI ENERGI

17. ANALISA HIDRAULIK JARINGAN PERPIPAAN SATU FASE CAIR MENGGUNAKAN METODE ITERASI HARDY CROSS
Achilleus Hermawan¹⁾, Joko Waluyo²⁾, Indarto³⁾ K1-K4
18. SIMULASI NUMERIK DENGAN PENDEKATAN 3D-URANS ALIRAN YANG MELINTASI SUSUNAN EMPAT SILINDER SIKLULAR DEKAT DINDING PADA "SMALL-GAP"
A. Grummy Wailanduw¹⁾, Triyogi Yuwono²⁾, Wawan Aries Widodo³⁾ K5-K8
19. SIMULASI NUMERIK PENGARUH VARIASI SUDUT *SWIRL VANES* PADA *RADIALLY STRATIFIED FLAME CORE BURNERS* TERHADAP KARAKTERISTIK PEMBAKARAN
Atok Setiyawan¹⁾ & Senna Septiawan²⁾ K9-K14
20. STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN *BODI PENGANGGU* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN PADA TIGA SILINDER SIKLULAR YANG TERSUSUN STAGGER PADA JARAK ANTAR SILINDER $L/D = 2$ dan $T/D = 1,5, 2$ dan 3 "Studi kasus untuk $BP 30^\circ$ dan tanpa BP pada $Re = 2.2 \times 10^4$ "
Bantacul¹⁾, Wawan Aries Widodo²⁾ K15-K20
21. STUDI EKSPERIMENTAL *CO-FIRING* BATUBARA DENGAN SEKAM PADI DALAM *BUBBLING FLUIDIZED BED COMBUSTOR* (BFBC)
Fransisko Pandiangan¹⁾, Tri Agung Rohmat²⁾, I Made Suardjaja³⁾ K21-K26

22. KARAKTERISASI UNJUK KERJA PLANT GASIFIKASI BATUBARA TIPE UPDRAFT DENGAN VARIASI EQUIVALENCE RATIO
Muhammad Trifiananto¹⁾, Bambang Sudarmanta²⁾ K27-K32
23. SEPARASI ALIRAN MELINTASI "BUMP" DENGAN RADIUS KELENGKUNGAN YANG BESAR
Sutardi¹⁾ dan Guntur Muda A. A. K33-K38
24. RANCANG BANGUN VISKOMETER DIGITAL
Ridwan¹⁾, Ridha Iskandar²⁾ K39-K42
25. STUDI EKSPERIMEN PENGARUH *INLET DISTURBANCE BODY* TERHADAP KARAKTERISTIK ALIRAN MELINTASI SILINDER SIRKULAR YANG TERSUSUN SECARA *STAGGERED* DALAM SALURAN SEMPIT BERPENAMPANG BUJUR SANGKAR
Sofia Benyakart¹⁾, Wawan Aries Widodo²⁾ K43-K48
26. PERSAMAAN RUGI TEKANAN FLUIDA NANO Al_2O_3 -AIR PADA PROSES PEN-DINGINAN DALAM PIPA
Sudarmadji¹⁾, Sudjito Soeparman²⁾, Slamet Wahyudi³⁾, Nurkholis Hamidi⁴⁾ K49-K54
27. KAJIAN EKSPERIMENTAL PENGARUH PENGGUNAAN NANOPARTIKEL PADA KINERJA PENGKONDISI UDARA
Sudarmadji¹⁾, Sudjito Soeparman²⁾, Slamet Wahyudi³⁾, Nurkholis Hamidi⁴⁾ K55-K58
28. STUDI NUMERIK RADIUS *VOLUTE TONGUE* RUMAH KEONG PADA BLOWER SENTRIFUGAL
Sutrisno¹⁾, Suwandi. S.²⁾, Ayub. S.³⁾ K59-K62
29. KARAKTERISASI UNJUK KERJA MESIN DIESEL GENERATOR SET SISTEM DUAL FUEL SOLAR DAN SYNGAS BATUBARA
Zuhri Tamam¹⁾, Bambang Sudarmanta²⁾ K63-K68
30. MENILAI PERFORMANSI GAS AIR HEATER DI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP BERKAPASITAS 660 MW (STUDI KASUS PLTU CIREBON)
Hery Sonawan¹⁾, M. Luqmanul Hakim K69-K74
31. MSWT-01 (*MOBILE SURFACE WATER TREATMENT*), PENJERNIH AIR MULTI FUNGSI DARI INSTITUSI PENDIDIKAN VOKASI UNTUK MASYARAKAT
Gamawan Ananto¹⁾, Albertus B. Setiawan²⁾ K74-K80
32. PENGARUH BENTUK DAN UKURAN GELOMBANG PLAT PENYERAP TERHADAP EFISIENSI KOLEKTOR SURYA
Ekadewi A. Handoyo, Gideon Indrata K81-K84

MANUFAKTUR

33. EVALUASI RANCANGAN SEPEDA *PASCA STROKE* DITINJAU DARI ASPEK PERAKITAN DENGAN MENGHITUNG EFISIENSI DESAIN PERAKITAN
Ahmad Anas Arifin¹⁾, I Made Londen Batan²⁾ M1-M6
34. EVALUASI RANCANGAN DALAM RANGKA PENGEMBANGAN SEPEDA *PASCA STROKE* BERDASARKAN MEKANISME GERAK, ERGONOMI, DAN KEKUATAN MATERIAL MENGGUNAKAN *SOFTWARE* CATIA V5R20
Arifa Candrawati Imama¹⁾, I Made Londen Batan²⁾ M7-M14

35. ANALISIS TINGKAT PERFORMANCE MESIN *INJECTION* PADA PT XYZ DENGAN METODE *OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)*
Hana Catur Wahyuni, Setiawan M15-M18
36. STUDI LAPISAN PELINDUNG PADA KOMPOSIT PLASTIK-KARET TERHADAP KETAHANAN PEMAPARAN CUACA
Heru Sukanto ¹⁾, Kresna Nurhadewa ²⁾, Wijang Wisnu Raharjo ¹⁾ M19-M24
37. PENGARUH KEKASARAN PERMUKAAN LAPISAN ENAMEL TERHADAP KEKUATAN REKAT GESER KOMPOSIT TAMBAL GIGI
Lega Putri Utami ¹⁾, kusmono ²⁾ M25-M28
38. *EXPERIMENTAL MODAL ANALYSIS (EMA)* UNTUK MENGETAHUI *MODAL PARAMETER* PADA ANALISIS DINAMIK BALOK KAYU YANG DIJEPIT DI SATU UJUNG
Oegik Soegihardjo ¹⁾, Suhardjono ²⁾, Bambang Pramujati ³⁾, Agus Sigit Pramono ⁴⁾ M29-M34
39. *STUDI PERTUMBUHAN BUTIR PRIOR AUSTENIT* AKIBAT PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU TAHAN SELAMA PEMANASAN AWAL BAJA HSLA
Richard A.M. Napitupulu ¹⁾ M35-M38
40. STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH JENIS CAIRAN DIELEKTRIK TERHADAP MRR, EWR DAN VWR PADA TEGANGAN 340 VOLT DAN 580 VOLT DENGAN PROSES *DRILLING* EDM MENGGUNAKAN SPARK GENERATOR TIPE RELAKSASI (RC)
Susiswo ¹⁾, Suhardjono ²⁾ dan Bambang Pramujati ³⁾ M39-M42
41. PENINGKATAN SIFAT KEKERASAN DAN KETAHANAN AUS PERMUKAAN BAJA TAHAN KARAT AISI 410 DENGAN TEKNIK PLASMA HELIUM-METANA
Wahyu Anhar ¹⁾, Viktor Malau ²⁾, Tjipto Sujitno ³⁾ M43-M46
42. STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK KEAUSAN PERMUKAAN AKIBAT *MULTI-DIRECTIONAL CONTACT FRICTION*
Yusuf Kaelani ¹⁾, Muhammad Hasry ²⁾ M47-M50
43. RANCANG BANGUN *RIVET JOINT MACHINE* DENGAN METODE *FUNCTIONAL MODELLING* PADA PERANCANGAN KONSEPTUAL
Beni Tri Sasongko ¹⁾, Taufiq Hidayat ²⁾, Muslim Mahardika ³⁾ M51-M54
44. PENGARUH METODE Pengerjaan DINGIN DAN *BLASTING ABRASIVE* TERHADAP KARAKTERISTIK MATERIAL BIOMEDIS
Mirza Pramudia ¹⁾, Khamdi Mubarak ²⁾ M55-M58
45. DESAIN KOMPOSIT EPOKSI BERPENGISI SERBUK SABUT KELAPA DAN ALUMINIUM UNTUK BAHAN KAMPAS REM DENGAN VARIASI BENTUK GEOMETRI ALUR KAMPAS
Eko Marsyahyo ¹⁾, Eko Yohanes S ²⁾, Yafhed Octavianus ³⁾, Virginia C.W ⁴⁾ M59-M62
46. PENGARUH VARIASI TEMPERATUR INTERPASS PADA PROSES PENGELASAN SMAW AISI 304L TERHADAP *FERRIT CONTENT* KEKUATAN TARIK DAN IMPAK
Moh. Syaiful Amri ¹⁾, Sulistijono ²⁾ M63-M68
47. LAJU PENETRASI KOROSI PADA MATERIAL ALTERNATIF BANGUNAN KAPAL
Prantasi Harmi Tjahjanti ¹⁾, Eko Panunggal ²⁾, Darminto ³⁾, Wibowo Harso Nugroho ⁴⁾ M69-M74

48. PENGARUH WAKTU GESEK TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN SIFAT MEKANIK BAJA ST42 SEBAGAI DASAR PROSES OPERASIONAL LAS GESEK (*FRICTION WELDING*) DALAM UPAYA MEMPRODUKSI KOMPONEN PENGAIT
Nur Husodo¹⁾, Budi Luwar Sanyoto²⁾, Sri Bangun Setyawati³⁾ Rachmad Hidayat⁴⁾ M75-M80

OTOMOTIF

49. SISTEM PENGAMAN SEPEDA MOTOR DENGAN STANDAR TENGAH HIDROLIK DAN PENERAPANNYA PADA SEPEDA MOTOR MATIC YAMAHA MIO SPORTY
Joni Dewanto dan Ferryando Tanicka 01-04
49. OPTIMASI UNJUK KERJA MESIN SINJAI 650 CC MELALUI PENGATURAN SISTEM PENDINGINAN ENGINE
Bambang Sudarmanta¹⁾, Ary Bachtiar Krisna Putra²⁾, Devy Ratna Sari³⁾, Dwi Cahyo Andrianto⁴⁾ 05-08
49. MENEJEMEN ENERGI UNTUK PENGATURAN FWD, RWD, 4WD, DAN SAAT BELOK DENGAN *DIRECT WHELL DRIVE*
Herry Sufyan Hadi^{1)}, I Nyoman Sutantra²⁾, Bambang Sampurno²⁾ 09-016*
49. PROTOTYPE SISTEM HEADLAMP DENGAN PERGERAKAN ADAPTIVE STEERING
Ian Hardianto Siahaan, David Setiawan Prayogo 017-022
49. STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK *SHOCK ABSORBER* UNTUK MEN-CARI KOMPONEN PENGANTI *SHOCK ABSORBER* SISTEM SUSPENSİ MOBİL PEDESAAN (GEA)
Wiwiek Hendrowati^{1,a)}, Harus L.G.^{1,b)}, Agus S.P.^{1,c)} dan I.N. Sutantra^{1,d)} 023-026*

OPTIMASI JUMLAH *COMPARTMENT* TANGKI TRUK BAHAN BAKAR MINYAK DENGAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT APPLICATION*

Willyanto Anggono¹⁾, Adi Sanjaya²⁾, Fandi Dwiputra Suprianto³⁾, Tubagus Putra Wijaya⁴⁾

Jurusan Teknik Mesin Universitas Kristen Petra^{1,2,3,4)}
Jalan. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2,3,4)}
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2,3,4)}
E-mail : willy@petra.ac.id¹⁾

ABSTRAK

Tangki truk bahan bakar minyak adalah tangki yang terdapat pada truk yang didesain untuk mengangkut muatan bahan bakar minyak di jalan raya. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan bahan bakar minyak untuk beberapa jenis bahan bakar dalam satu kali perjalanan, tangki truk menjadi beberapa ruangan (*compartment*) dengan menggunakan sekat (partisi) sehingga dalam satu kali perjalanan pengiriman bahan bakar minyak dapat mengangkut beberapa macam bahan bakar minyak. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah *compartment* optimum pada tangki truk bahan bakar minyak serta menentukan pengaruh jumlah *compartment* terhadap tegangan yang terjadi pada tangki truk bahan bakar minyak dengan menggunakan ANSYS software (*Finite Element Application*). Berdasarkan hasil penelitian menggunakan tangki truk bahan bakar minyak berkapasitas 24000 liter dengan penampang elips dan trapesium dengan jumlah *compartment* untuk tangki truk dengan bentuk penampang elips dan trapesium masing-masing adalah 3 *compartments*, 4 *compartments* dan 5 *compartments*, dapat disimpulkan bahwa jumlah *compartment* optimum pada tangki truk bahan bakar minyak dengan bentuk penampang elips maupun trapesium adalah sebanyak 5 *compartments*. Peningkatan jumlah *compartment* akan menurunkan tegangan maksimum yang terjadi serta meningkatkan angka keamanan pada tangki truk bahan bakar minyak. Proses desain dengan menggunakan ANSYS software (*Finite Element Application*) sesuai dengan pendekatan *sustainable product development* atau pengembangan produk yang berkesinambungan, desain dapat dilakukan dengan akurat (prosentase keseksamaan rata-rata adalah sebesar 96,75%) dan dapat mengurangi biaya, waktu serta penggunaan material.

Kata kunci: Tangki, *Compartment*, *Finite Element Application*, *Sustainable Product Development*.

1. PENDAHULUAN

Tangki truk bahan bakar minyak adalah tangki yang terdapat pada truk yang didesain untuk mengangkut muatan bahan bakar minyak di jalan raya. Untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan bahan bakar minyak untuk beberapa jenis bahan bakar dalam satu kali perjalanan, tangki truk bahan bakar minyak tersebut dibagi menjadi beberapa ruangan (*compartment*) dengan menggunakan sekat (partisi) sehingga dalam satu kali perjalanan pengiriman bahan bakar minyak dapat mengangkut beberapa macam bahan bakar minyak.

Saat ini banyak industri manufaktur tangki truk bahan bakar minyak yang melakukan modifikasi bentuk tangki konvensional menjadi tangki dengan beberapa *compartment*. Hal tersebut tentunya akan berdampak kepada tegangan yang terjadi pada tangki saat dilakukan pembebanan. Untuk mencegah efek yang ditimbulkan oleh modifikasi tersebut perlu dilakukan penelitian terhadap efek dari penambahan *compartment* pada tangki truk terhadap tegangan yang terjadi pada tangki saat diberi pembebanan.



Gambar 1. Tangki Truk Bahan Bakar Minyak

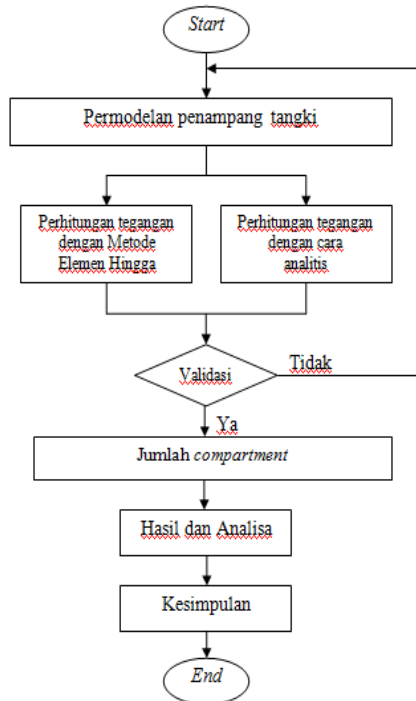
2. KAJIAN PUSTAKA

Metode elemen hingga adalah suatu metode yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai persoalan mekanika dengan geometri yang kompleks. Keunggulan dari metode ini adalah karena secara komputasi sangat efisien dan memberikan solusi yang cukup akurat terhadap permasalahan yang kompleks. Metode Elemen Hingga biasanya digunakan untuk menentukan tegangan dan regangan dari benda (struktur mekanik). Metode Elemen Hingga dapat menyelesaikan persoalan dengan sistem kompleks yang dimana tidak dapat diselesaikan dengan perhitungan secara analitis. Dengan metode elemen hingga, suatu benda (struktur mekanik) dibagi-bagi (*discretized*) menjadi beberapa substruktur (disebut elemen). Kemudian dengan menggunakan matriks, defleksi dari tiap titik (*node*) akan dihubungkan dengan pembebanan, properti material, properti geometrik.

Dalam penelitian ini, analisa metode elemen hingga dilakukan dengan menggunakan software ANSYS (*Finite Element Application*). Dalam software ANSYS langkah analisa dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu: *Preprocessor* (pemodelan benda yang akan dianalisa, penentuan jenis material, pemilihan tipe elemen, *meshing*, dan juga aplikasi beban), *solution* (perhitungan permasalahan yang telah didefinisikan) dan *general postprocessor* (menampilkan secara visual hasil perhitungan dalam bentuk kontur tegangan dan regangan).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan metodologi penelitian seperti terlihat pada Gambar 2.



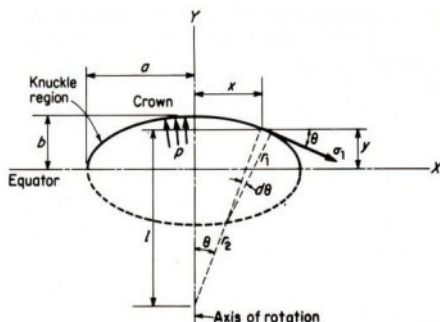
Gambar 2. Metodologi Penelitian

3. HASIL DAN ANALISA

Proses pembuatan simulasi tegangan pada tangki truk BBM ini dibuat dengan *ANSYS software* dengan cara pemodelan menggunakan *symmetric shell modeling* dengan pertimbangan kemudahan pemodelan, waktu analisa yang cukup singkat dan juga dihasilkan kesalahan atau *error* yang cukup kecil (Heckman, 1998).

Perhitungan Analitis

Perhitungan ini dilakukan dengan cara menghitung tegangan yang diterima dinding *shell* pada tangki BBM berbentuk elips. Perhitungan analitis ini menggunakan perhitungan tegangan bejana tekan *ellipsoidal* berdinding tipis dengan alasan bahwa perbandingan antara jari-jari tangki dibanding relatif sangat besar dibandingkan dengan tebal dinding tangki yang merupakan syarat perhitungan bejana tekan berdinding tipis. Pada bejana tekan *ellipsoidal*, perhitungan analitis dilakukan pada bagian *crown* dan bagian *equator*.



Gambar 3. Tegangan pada Tangki

Perhitungan analitis pada bagian *Crown*

Bagian ini terletak pada dasar maupun bagian atas tangki. Pada bagian dasar untuk tangki bahan bakar minyak, tekanan yang diterima merupakan yang paling besar sedangkan untuk bagian atas merupakan yang paling kecil.

- Tegangan Membujur (*Longitudinal Stress*)

$$\sigma_{long} = \frac{pa^2}{2bh}$$

$$\sigma_{long} = 2.597.104,253 \text{ Pa}$$

- Tegangan Keliling (*Hoop Stress*)

$$\sigma_h = \frac{pa^2}{2bh}$$

$$\sigma_h = 2.597.104,253 \text{ Pa}$$

- Tegangan *Von Mises*

$$\sigma_{von Mises} = 2.611.888,413 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{von Mises} = 2,61 \text{ Mpa}$$

Perhitungan analitis pada bagian *Equator*

Equator merupakan bagian yang berada tepat di tengah-tengah garis khayal yang membagi tangki elips menjadi dua bagian.

- Tegangan Membujur (*Longitudinal Stress*)

$$\sigma_{long} = \frac{pa}{2h}$$

$$\sigma_{long} = 922.532 \text{ Pa}$$

- Tegangan Keliling (*Hoop Stress*)

$$\sigma_h = \frac{pa}{h} \left(1 - \frac{a^2}{2b^2} \right)$$

$$\sigma_h = -70.112,432 \text{ Pa}$$

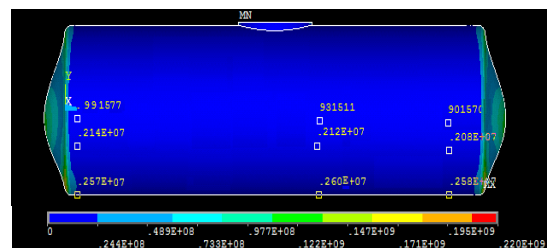
- Tegangan *Von Mises*

$$\sigma_{von Mises} = 963.355,5562 \text{ Pa}$$

$$\sigma_{von Mises} = 0,96 \text{ Mpa}$$

Pemodelan dengan *Finite Element Application* dengan menggunakan *ANSYS Software*

Proses Pemodelan dan perhitungan pada tangki BBM berbentuk elips seperti yang telah dilakukan perhitungan analitis sebelumnya dilakukan simulasi dengan menggunakan *software ANSYS* dan didapatkan hasil *von mises stress* pada *crown* dan *equator* masing-masing adalah 2,6 *Mpa* dan 0,99 *Mpa* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tegangan *Von Mises* yang terjadi pada tangki elips untuk Proses validasi

Validasi

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan tegangan secara analitis dengan hasil simulasi. Untuk perhitungan persentase kesalahan dan prosentase keseksamaan, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut. Hasil persentase kesalahan dan prosentase keseksamaan antara perhitungan dengan simulasi dapat dilihat pada Tabel 1.

$$\text{Persentase Kesalahan} = \left| \frac{\sigma_{\text{hasil simulasi}} - \sigma_{\text{analitis}}}{\sigma_{\text{analitis}}} \right| \times 100 \%$$

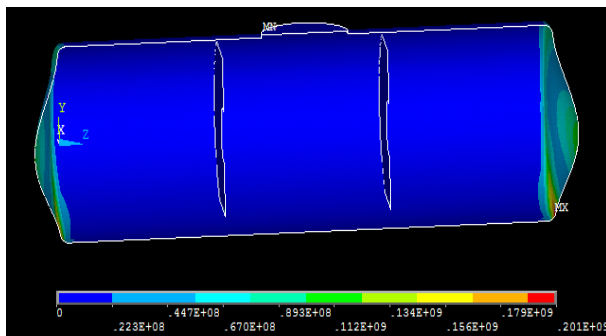
$$\text{Prosentase Keseksamaan} = 100\% - \text{Persentase Kesalahan}$$

Tabel 1. Persentase Kesalahan Pada Tangki Elips

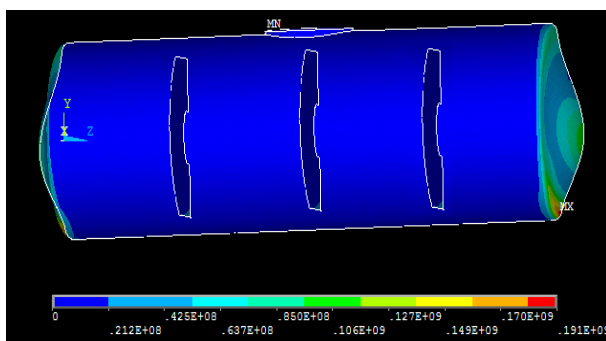
Metode	Bagian	
	Crown	Equator
Perhitungan Analitis (MPa)	2,61	0,96
Simulasi ANSYS (MPa)	2,60	0,99
Persentase Kesalahan (%)	0,38	3,13
Prosentase Keseksamaan (%)	96,62	96,87

Setelah mendapati bahwa hasil perhitungan dengan simulasi adalah memiliki keakuratan yang cukup tinggi dengan prosentase keseksamaan adalah masing-masing sebesar 96,62% pada bagian crown dan 96,87% pada bagian equator (prosentase keseksamaan rata-rata adalah sebesar 96,75%) pada pemodelan tangki bahan bakar minyak dengan ANSYS software, kemudian dilakukan analisa pengaruh jumlah compartment terhadap tegangan yang terjadi pada tangki truk bahan bakar minyak berpenampang elips dan trapesium dengan menggunakan ANSYS software (Finite Element Application).

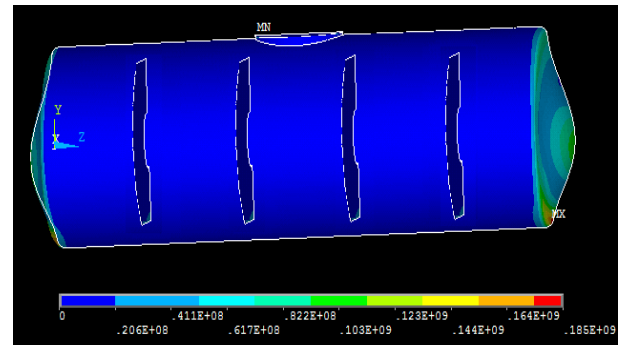
Pemodelan Tangki Truk BBM dengan Penampang Elips



Gambar 5. Distribusi Tegangan yang Terjadi pada Tangki Elips 3 compartments



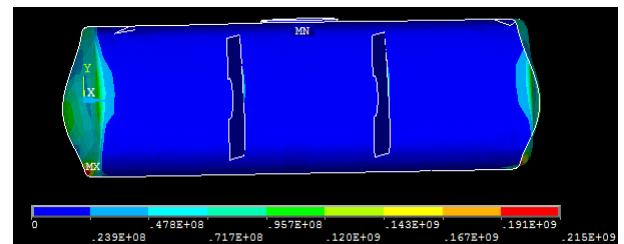
Gambar 6. Distribusi Tegangan yang Terjadi pada Tangki Elips 4 compartments



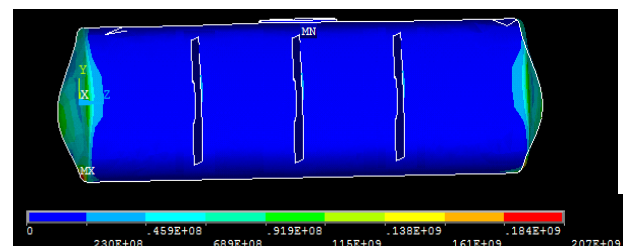
Gambar 7. Distribusi tegangan yang terjadi pada tangki elips 5 compartment

Pada simulasi tangki truk BBM dengan model penampang elips 3 compartment, tegangan maksimum atau tegangan kritis yang terjadi adalah 201 Mpa. Pada simulasi tangki truk BBM dengan model penampang elips 4 compartment, tegangan maksimum atau tegangan kritis yang terjadi adalah 191 Mpa dan Pada simulasi tangki truk BBM dengan model penampang elips 5 compartment, tegangan maksimum atau tegangan kritis yang terjadi adalah 185 Mpa.

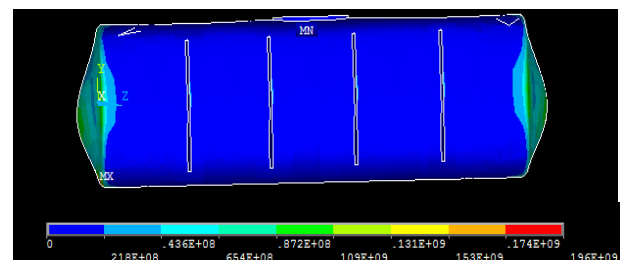
Pemodelan Tangki Truk BBM dengan Penampang Trapesium



Gambar 8. Distribusi tegangan yang terjadi pada tangki trapesium 3 compartments



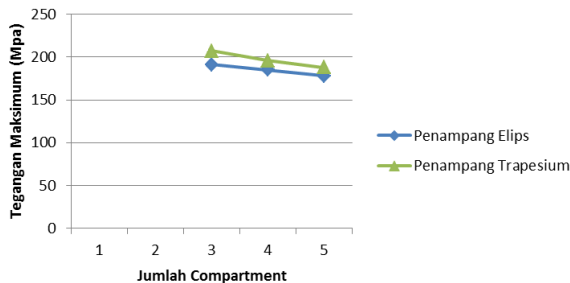
Gambar 9. Distribusi Tegangan yang Terjadi pada Tangki Trapesium 4 compartments



Gambar 10. Distribusi Tegangan yang Terjadi pada Tangki Trapesium 5 compartments

Pada simulasi tangki truk BBM dengan model penampang trapesium 3 compartments, tegangan maksimum atau

tegangan kritis yang terjadi adalah 215 Mpa, Pada simulasi tangki truk BBM dengan model penampang trapesium 4 *compartments*, tegangan maksimum atau tegangan kritis yang terjadi adalah 207 Mpa dan Pada simulasi tangki truk BBM dengan model penampang trapesium 5 *compartments*, tegangan maksimum atau tegangan kritis yang terjadi adalah 196 Mpa.



Gambar 11. Grafik Tegangan Maksimum sebagai Fungsi Jumlah *Compartment*

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan tangki truk bahan bakar minyak berkapasitas 24000 liter dengan penampang elips dan trapesium, jumlah *compartment* optimum untuk tangki truk dengan bentuk penampang elips dan penampang trapesium masing-masing adalah 5 *compartments* untuk penelitian dengan menggunakan 3 *compartments*, 4 *compartments* dan 5 *compartments*. Peningkatan jumlah *compartment* akan menurunkan tegangan maksimum yang terjadi serta meningkatkan angka keamanan yang terjadi pada tangki truk bahan bakar minyak (perhitungan angka keamanan diperoleh dengan rumus angka keamanan sama dengan tegangan ijin material dibagi dengan tegangan yang terjadi pada saat pembebanan). Dari gambar 11 dapat dilihat bahwa tangki dengan penampang elips memiliki tegangan maksimum yang lebih kecil dibandingkan tangki dengan penampang trapesium.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan tangki truk bahan bakar minyak berkapasitas 24000 liter dengan penampang elips dan trapesium, jumlah *compartment* optimum untuk tangki truk dengan bentuk penampang elips dan penampang trapesium masing-masing pada 3 *compartments*, 4 *compartments* dan 5 *compartments* dapat disimpulkan bahwa peningkatan jumlah *compartment* akan menurunkan tegangan maksimum yang terjadi serta meningkatkan angka keamanan yang terjadi pada tangki truk bahan bakar minyak. Proses desain dengan menggunakan ANSYS software (*Finite Element Application*) sesuai dengan pendekatan *sustainable product development* atau pengembangan produk yang berkesinambungan, desain dapat dilakukan dengan akurat (prosentase keseksamaan rata-rata adalah sebesar 96,75%) dan dapat mengurangi biaya, waktu serta penggunaan material. Berdasar penelitian yang telah dilakukan dengan 3 *compartments*, 4 *compartments* dan 5 *compartments* dapat disimpulkan bahwa jumlah *compartment* optimum pada tangki truk bahan bakar minyak adalah sebanyak 5 *compartments*.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Anggono, W., Pisa, B. F., dan Susilo, S. H., *Sustainable Product Design for Motor Cycle Cast Wheel using*

Finite Element Application and Pugh's Concept Selection Method, Seminar Nasional Teknik Mesin 6, 2011.

- [2] Anggono, W., "Peningkatan Unjuk Kerja Desain *Flexible Shield* untuk Pompa Sabun dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga", *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 6, 2004, hal. 57-64.
- [3] Anggono, W. Analisa Pengaruh Radius Heads Terhadap Besar Tegangan Maksimum pada *Air Receiver Tank* Horizontal dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Proc. National Seminar on Application and Research in Industrial Technology*, 2006, hal 78-86.
- [4] Carucci, Vincent A.. *Overview Of Pressure Vessel Design*, ASME, 1999.
- [5] Heckman, David. *Finite Element Analysis of Pressure Vessel*, MBARI, 1998.
- [6] Logan, D.L., *A First Course in The Finite Element Method*, PWS Publishing Company, Boston, 1996.
- [7] Moaveni Saeed, *Finite Element Analysis ; Theory and Application with ANSYS*, 2nd ed., Pearson Education, United States of America, 2003.
- [8] Sanjaya Adi, Analisa pengaruh jumlah *compartment* tangki truk BBM 24 KL terhadap deformasi dan tegangan maksimum, Universitas Kristen Petra, 2012.
- [9] Ullman, David G, *The mechanical design process*, New York: McGraw-Hill Book Company, 2003.
- [10] Weenen, J C van., *Concept, context, and co-operation for sustainable technology. Proc. International Seminar on Design and Manufacture for sustainable development*, 2002, hal 3-12.